

## Intitulé de l'Unité d'Enseignement : Mécanique des milieux continus

### Descriptif de l'UE

Volumes horaires globaux	32h CM ; 28 h TD
Nombre de crédits de l'UE	6 ECTS
Spécialité où l'UE est proposée	M1, Tronc commun
Semestre où l'enseignement est proposé	M1-S1

#### a) Objectifs de l'Unité d'Enseignement

Approfondissement des bases de Mécanique des milieux continus acquises en licence. Modélisations des milieux solides élastiques 3D et curvilignes, Notions d'analyse dimensionnelle et phénoménologique. Couches limites laminaires. Équations de Prandtl - solutions classiques, couche limites thermique, convection naturelle, écoulements libres longilignes : jets, panaches, sillages.

#### b) Contenu de l'Unité d'Enseignement

##### Solides

Amphi 1 : Bases de l'élasticité infinitésimale

Rappel sur les déformations linéarisées : définitions, équations de compatibilité, taux de déformation, mouvements rigidifiants.

Rappel sur les contraintes : tenseur des contraintes de Cauchy, états de contraintes simples, contraintes principales, équation de la dynamique dans le cadre Eulérien.

Lois de comportement : thermoélastique anisotrope (ou élastique anisotrope avec contrainte initiale)

Amphi 2 : Problèmes de thermoélasticité anisotrope

Retour sur le comportement élastique anisotrope : cas classiques d'anisotropie (orthotropie, isotropie transverse, symétrie cubique). Exemples de résolution de problèmes de thermoélasticité anisotrope.

Amphi 3 : Le principe des puissances virtuelles

Le PPV pour les systèmes discrets de points matériels et pour les milieux continus 3D.

Amphi 4: Application de la méthode des puissances virtuelles à la construction de modèles de poutres et arcs

Modélisation géométrique des poutres et arcs, définition des puissances virtuelles, exploitation du PPV pour obtenir les équations d'équilibre et l'interprétation des efforts intérieurs.

Construction de la loi de comportement élastique en HPP des poutres et arcs à partir des problèmes élémentaires 3D (exemple de résolution de problème d'arc en HPP – en TD).

Amphi 5 : Introduction aux non linéarités géométriques

Loi de comportement des poutres et arcs en flexion plane en grands déplacements.

Exemple de résolution directe : problème du flambement d'Euler.

Exemple de résolution par linéarisation autour d'une configuration initiale précontrainte : problème du flambement d'une coque de sous-marin.

Amphi 6, 7 : Les théorèmes de l'énergie en élasticité

Notations générales applicables à tous types de milieux. Formulation PPV d'un problème d'élasticité, théorème d'unicité, lien avec les formulations faibles (lien avec le cours de mathématique de L3), champs cinématiquement et statiquement admissibles. Théorèmes de minimum sur les déplacements et les contraintes.

Amphi 8 : Application des théorèmes de l'énergie en 3D et pour les arcs et les poutres

3D : Bornes de Voigt et Reuss pour les matériaux 3D élastiques hétérogènes

Résolution de problèmes de poutres et d'arcs hyperstatiques par le théorème de minimum sur les contraintes.

##### Fluides

Amphi 1 : Rappel des équations générales. Bilan de masse et de quantité de mouvement. Bilan d'énergie cinétique et d'enthalpie. Puissance des efforts intérieurs. Relations de saut.

Amphi 2 : Notion d'ordre de grandeur ; adimensionnalisation. Fonction d'une ou plusieurs variables. Choix d'une échelle. Exemple de l'écoulement d'un liquide dans un conduit de section lentement variable (approximation par tranche).

Amphi 3 : Perturbation singulière. Notion de couche limite. Mise en rotation impulsive d'un cylindre pour petites valeurs

du temps (approximations de couche mince et de fluide parfait). Exemple intuitif de couche limite, profil d'aile (approximation de fluide parfait). Présentation de la méthode des développements asymptotiques raccordés sur un modèle élémentaire de couche limite.

Amphi 4 : Théorie de la couche limite dynamique. Couche limite dynamique sur plaque plane sans gradient de pression. Solution de Blasius. Cas général. Équations de Prandtl (approximation de couche mince). Solution de Falkner-Skan.

Amphi 5 : Théorie de la couche limite thermique en convection forcée. Cas d'un nombre de Prandtl d'ordre unité. Température et densité de flux pariétale imposée. Cas d'un nombre de Prandtl petit ou grand devant un.

Amphi 6 : Applications. Épaisseurs caractéristiques : déplacement, quantité de mouvement, énergie. Contrainte et densité de flux pariétale ; coefficient de traînée et de transfert. Équations aux grandeurs intégrales : Karman, énergie.

Amphi 7 : Théorie de la couche limite en convection naturelle : exemple de problème couplé. Cas de la plaque plane : approximation de Boussinesq (faible nombre de Mach). Température et densité de flux imposée. Solution semblable.

Amphi 8 : Extension aux jets, sillages et panaches.

### c) Pré-requis

Cet enseignement s'adresse principalement aux étudiants issus de licences de mécanique mais également à des étudiants issus de licences de physique ou de mathématique et ayant suivi un module de mise à niveau en mécanique.

### d) Modalités de contrôle des Connaissances

Examens écrits de 2h pour chaque partie (solides, fluides).

### e) Références bibliographiques

## Organisation pédagogique

Enseignements présentsiels	Volume horaire total	Horaire hebdomadaire	Effectif par groupe
Cours	16	2	160
Enseignements dirigés	14	2	20
Travaux pratiques			
Projet			
Autre			